

# CONTROL DEVICE FOR FILM GROWTH

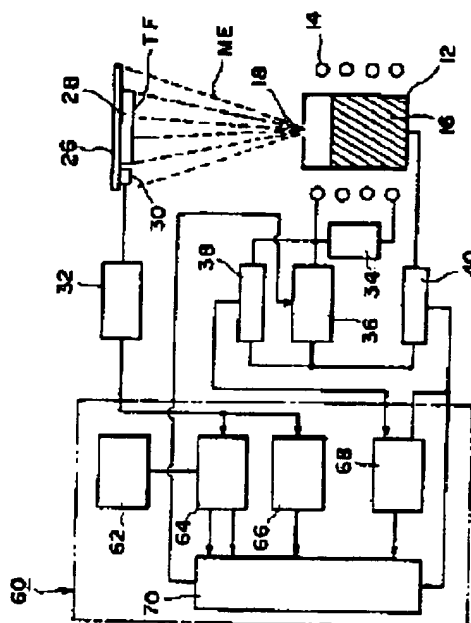
**Patent number:** JP62211376  
**Publication date:** 1987-09-17  
**Inventor:** FUKUDA SHIRO  
**Applicant:** MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
**Classification:**  
 - international: C23C14/54; C23C14/32; C30B23/00  
 - european:  
**Application number:** JP19860022906 19860206  
**Priority number(s):**

Report a data error here

## Abstract of JP62211376

**PURPOSE:** To maintain a film growing speed always constant and to stably form a film having excellent quality with a film forming device for vacuum deposition, etc., by permitting the control of the quantity of the energy of a film forming source by taking the change of the film growing speed into consideration.

**CONSTITUTION:** A crucible 12 contg. a metal 16 for vapor deposition is heated by a filament 14 to melt and evaporate the metal. The vapor thereof is ejected from a small hole 18 of a crucible cap and is accelerated after ionization. The ionized metal is injected as metallic vapor ME to a substrate 28 so that a thin metallic film TF is deposited by evaporation thereon. The difference between the set value of a vapor deposition speed setting circuit 62 of a vapor deposition speed control circuit 60 and the actually detected value of a vapor deposition speed detecting circuit 64 by a vapor deposition speed meter 32 is detected by a vapor deposition speed difference detecting circuit 64 and is inputted to an arithmetic circuit 70. The voltage 38 and current 40 of a power source 36 for heating electric power of the crucible 12 are also inputted via an arithmetic circuit 68 for electric power to the arithmetic circuit 70. The power source 36 provided between the crucible 12 and the filament 14 is controlled by the output of the arithmetic circuit 70 to automatically regulate the electric power energy of the filament 14 to be thrown to the crucible, by which the quantity of the metallic vapor ME, i.e., the vapor deposition quantity of the vapor deposited film is controlled to the specified value.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

BEST AVAILABLE COPY

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-211376

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)9月17日

C 23 C 14/54

8520-4K

14/32

8520-4K

C 30 B 23/00

8518-4G

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 膜成長制御装置

⑯ 特 願 昭61-22906

⑰ 出 願 昭61(1986)2月6日

⑱ 発 明 者 福 田 司 朗 尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社伊丹製作所内

⑲ 出 願 人 三 菱 電 機 株 式 有 限 公 司 東京千代田区丸の内2丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁 理 士 佐 藤 正 年 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

膜成長制御装置

## 2. 特許請求の範囲

膜成長装置の膜形成源に投入されるエネルギー量を変更することにより膜成長の速度を制御する膜成長制御装置において、

前記速度制御の目標値を設定する設定手段と、

前記膜成長速度を所定の時間間隔でサンプリングして現在値を測定する速度検出手段と、

膜成長速度の前記目標値と前記現在値との差を求める速度差検出手段と、

膜成長速度の現在値の変化を求める速度変化検出手段と、

前記エネルギー量の現在値を検出するエネルギー量検出手段と、

検出された速度差、速度変化及びエネルギー量の現在値に基づいて変更すべきエネルギー量のデータを得る演算手段とを具備したことを特徴とする膜成長制御装置。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は真空蒸着などの膜形成装置にかかるとのことであり、特に膜形成時の成長速度の制御を行う膜成長制御装置に関するものである。

〔従来の技術〕

従来の膜成長制御装置としては、第3図及び第4図に示すものがある。第3図には、蒸着装置と電源装置が示されており、第4図には速度制御装置が示されている。これは、特開昭54-9592号公報に開示されたものである。

まず、第3図の蒸着装置から説明すると、適宜の真空槽ないしペルジャー炉内の底部には、るつぼが配置されており、このるつぼの周囲には加熱用のフィラメントが巻回されている。るつぼ内には蒸着材料が収容されており、るつぼの上方略中央には小孔が形成されている。

るつぼの上方には、イオン引出し用の電極が配置されており、この電極の外側には、イオン形成のための電子を放出するフィラメントが

配置されている。また、電極44の上方には、イオンの加速を行う加速電極45が配置されている。

次に、ベルジャー40の上方には、ホルダー46が配置されており、このホルダー46には基板47が固定支持されている。また、ホルダー46の底部適宜位置には、蒸着速度検出用のセンサ48が配置されている。このセンサ48は蒸着速度計49に接続されており、これによつて基板47上に形成される膜の成長速度ないし蒸着速度が計測し得るようになっている。

次に電源装置について説明すると、るつぼ加熱用のフィラメント41には、電源42が接続されており、るつぼ42とフィラメント41との間には電源42が接続されている。この電源42には電圧測定装置43及び電流測定装置44が各々接続されている。

フィラメント41にも同様にして電源42が接続されており、フィラメント41とるつぼ42との間には電源42が接続されている。更に、加速電極45はアースされており、この加速電極45とるつぼ42との間には加速電源46が接続されている。

長速度すなわち金属蒸気(ME)の付着速度はセンサ48による検出出力に基づいて蒸着速度計49により測定される。

次に、第4図を参照しながら、速度制御装置について説明する。薄膜(TF)の蒸着速度は、るつぼ42の加熱供給電力ないしエネルギーによつて加熱されたるるつぼ42の温度や、るつぼ42から真空中に飛び出していく金属蒸気(ME)の量などの条件で定まるものである。このため、蒸着中に、蒸着速度の設定値が変更されたり、あるいは加熱エネルギー変換過程での外乱その他の原因で蒸着速度が変化したときには、第4図に示す速度制御装置が動作し、蒸着速度が所定値に制御される。

第4図において、蒸着速度計49によつて計測された蒸着速度が入力される速度比較回路410には、速度設定回路411から設定された蒸着速度が入力されている。他方、電圧測定装置43及び電流測定装置44の出力は現在の加熱電力の演算回路412に入力されており、この演算回路412の出力と、比較回路410の出力とは、最適なるるつぼ加熱電力の演算回路

413に入力されている。次に、上記装置の動作について説明すると、まず電源42によりフィラメント41が加熱される。次に電源42による電界により、フィラメント41から放出された電子がるつぼ42に衝突する。このエネルギーでるつぼ42の加熱が行なわれる。この加熱の程度は電子量や電源42による電界の程度によつて変化するが、かかるエネルギーの程度は電圧測定装置43及び電流測定装置44によつて測定される。

るつぼ42が加熱されると、蒸着材料45が溶融し、小孔45から突出する。一方、電源42によつて加熱されたフィラメント41から電源42による電界によつてるつぼ42の方向に電子が引き出されており、これによつて蒸着した蒸着材料45のイオン化が行なわれる。イオンは、電源42による電界によつて基板47の方向に引き出されるとともに、加速電源46及び加速電極45によつて形成された電界により加速されて基板47に達する。

以上のようにして基板47上に第3図の破線で示す如くイオンを含む金属蒸気(ME)によつて薄膜(TF)が形成される。この薄膜(TF)の成

成に入力されている。

以上のように構成された速度制御装置の動作について説明すると、まず、速度設定回路411によつて必要な蒸着速度 $R_s$ が設定される。次に、蒸着速度計49によつて計測された現在の最新の蒸着速度が比較回路410に入力され、両者が比較される。そして現在の蒸着速度が設定値 $R_s$ を中心とする制御幅 $W$ (第2図参照)内にあるか否かが判断され、その結果が演算回路412に入力される。

他方、演算回路412では入力されたるるつぼ加熱の電圧値及び電流値に基づいて電力計算が行なわれ、その結果が演算回路412に出力される。この演算回路412では、入力されたデータに基づいて最適なるるつぼ加熱電力が演算され、これに基づいて電源42の供給電力の制御、例えば電圧の制御が行なわれる。

例えば、最適るつぼ加熱電力設定値 $P_s$ 、最新のるつぼ加熱電力測定値 $P_N$ 、電力増減値 $P_o$ 、電源42の電圧指令値 $V_o$ 及び最新の電流測定値 $I_N$ に対し、

$$P_s = P_N \pm P_o$$

又は  $P_s = P_N$

として電力設定を行い、

$$V_s = P_s / I_N$$

として電源側の電圧値が制御される。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかしながら、以上のような従来の方式では、測定した実際の蒸着速度と設定した蒸着速度との間に大きな差があるような場合には、設定蒸着速度に到達するまでに多大の時間を要するという不都合がある。このため、形成される膜の品質に影響を与えることとなるとともに、外乱などで蒸着速度が変化した場合等には、電源や金属蒸気形成部分に故障が生ずるおそれがある。

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、短時間で良好に蒸着速度の制御<sup>を</sup>し、蒸着手段の最適な電力設定を行なうことができる膜成長制御装置を提供することをその目的とするものである。  
〔問題点を解決するための手段〕

本発明は、るつぽなどの膜形成源に投入されるエネルギー量によつて変化する膜成長速度の応答

性を考慮したものである。

本発明によれば、速度差検出手段によつて、設定手段により設定された膜成長速度の制御目標値と、現在値との差が求められる。また、速度変化手段により膜成長速度の現在値の変化が求められる。更に、エネルギー量検出手段によつて膜形成源に投入されているエネルギー量の現在値が検出される。

これらのデータにより、演算手段により変更すべきエネルギー量のデータが得られる。

〔作用〕

本発明では、膜成長速度の現在値やエネルギー量の現在値の他に、膜成長速度の現在値の変化も考慮される。

例えば、一度エネルギー量を変更したにもかかわらず膜成長速度の変化が小さく、目標値に遠いときには、更に一層のエネルギー量の変更が行なわれる。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例について、添付図面を参

照しながら説明する。なお、上述した従来例と同様の構成部分については同一の符号を用いることとする。

第1図には本発明の一実施例が示されている。この図中で、第3図に示した部分は従来技術と共通しているのでその一部が省略されている。第1図において、速度制御回路60は、速度設定回路61、速度差検出回路64、速度変化検出回路65、電力演算回路62及び最適なるつぽ加熱電力を計算する演算回路63によつて構成されている。

速度設定回路61は速度差検出回路64に接続されており、この速度差検出回路64と速度変化検出回路65とは、各々蒸着速度計66に接続されている。

他方、電力演算回路62は、電圧測定装置67及び電流測定装置68に各々接続されている。また、速度差検出回路64、速度変化検出回路65及び電力演算回路62は、いずれも出力側が演算回路63に接続されており、この演算回路63の出力側は、電源69に接続されている。

これらのうち、速度設定回路61、電力演算回路

62は第4図に示したものと同様の機能を有するものである。

次に、上記実施例の全体的動作について説明する。なお、蒸着装置における膜形成及び電源装置における電力供給は従来と同様である。そして、速度設定回路61には、必要とされる薄膜(TF)の蒸着速度が設定されており、その値が速度差検出回路64に入力されている。また、るつぽ60の加熱電力を供給している電源69の電圧値及び電流値は、電力演算回路62に入力されている。また、蒸着速度計66により計測された現在の最新の蒸着速度が速度差検出回路64及び速度変化検出回路65に各々入力されている。

まず、速度差検出回路64では、入力されている設定蒸着速度と測定蒸着速度とが比較され、両者の大小関係(DA)及び両者の差(DB)の各データが演算回路63に入力される。また、速度変化検出回路65では、前回サンプリングした測定蒸着速度と今回サンプリングした測定蒸着速度の差のデータ(DC)が算出され、演算回路63に入力さ

れる。更に、電力演算回路68では、入力値からるつぼ加熱電力が算出され、このデータ(DD)が、電流値のデータ(DE)とともに演算回路70に入力される。

次に、演算回路70では、次の演算が行なわれる。

$$P_s = P_n * (1 \pm \alpha \frac{|R_s - R_n|}{|R_n - R_q|}) \quad \dots (1)$$

$$V_s = P_s / I_n \quad \dots (2)$$

ここで、 $P_s$ は最適るつぼ加熱電力設定値、 $P_n$ は現在最新のるつぼ加熱電力測定値、 $R_s$ は設定蒸着速度、 $R_n$ は現在最新の蒸着速度、 $R_q$ は前回サンプリングの蒸着速度である。また、 $\alpha$ は蒸着速度とるつぼ加熱電力の変換係数、 $V_s$ は電圧指令値、 $I_n$ は最新の電流値である。

これらのうち、(1)式の正負の符号は、データ(DA)によつて定められる。データ(DB)は $|R_s - R_n|$ に対応する。データ(DC)は $|R_n - R_q|$ に対応する。データ(DD)は $P_n$ に対応し、データ(DE)は $I_n$ に対応する。

以上のような(1)、(2)式の演算から電圧指令値 $V_s$

が求められ、これが電源62に入力されてるつぼ加熱電力の制御が行なわれる。

第2図には、実験データの一例が示されており、この図中実線は上記実施例の場合を、破線は第4図の従来例の場合を示す。また、グラフ(LA) (LB)は設定蒸着速度が時刻(TA)で変更された場合の蒸着速度の変化を示すものであり、グラフ(LC)、(LD)はるつぼ加熱電力変化の様子を示すものである。

まず、蒸着速度の変化をみると、時刻(TB)では $|R_s - R_n|$ が $|R_n - R_q|$ より大きい(グラフ(LA)参照)。別言すれば、時刻(TA)で設定したるつぼ加熱の電力値 $P_s$ がまだ大きすぎることになる。このため、時刻TCに示すようにかかる電力値を大きく低減させている(グラフ(LC)参照)。

以上のような制御の繰り返により、本実施例では、時刻TD付近では蒸着速度が設定値となる(グラフ(LA)参照)。他方、従来の方式では時刻TEに至つても良好に蒸着速度の制御が行

なわれていない。

なお、本発明は何ら上記実施例に限定されるものではなく、通常の蒸着装置の他、イオンビーム、イオン蒸着、イオンプレーティング、スパッタリング、CVD、MBEその他の膜形成装置に対しても適用されるものである。

#### [発明の効果]

以上説明したように、本発明によれば膜成長速度の変化を考慮して膜形成源のエネルギー量を制御することとしたので、何らかの理由により膜成長速度が変化しても良好に蒸着速度が応答し、設定値にすみやかに移行させて安定させることができ、膜の品質を向上させることができ、更には、装置の故障のおそれもないという効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

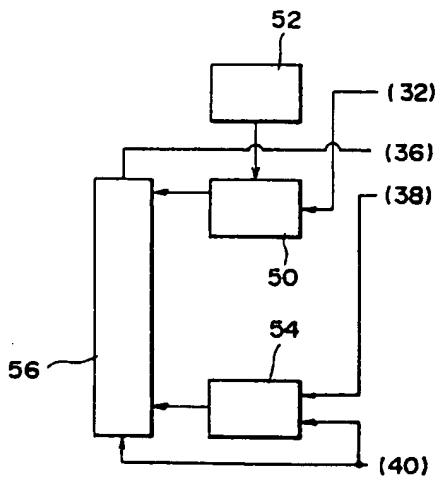
第1図は本発明の一実施例を示すブロック図、第2図は該実施例の実験例を示す線図、第3図は薄膜形成装置とその電源構成の例を示す構成ブロック図、第4図は従来技術を示すブロック図である。

図において、62はるつぼ、64は電源、66は速度設定回路、68は速度差検出回路、70は速度変化検出回路、68は電力演算回路、70は演算回路である。

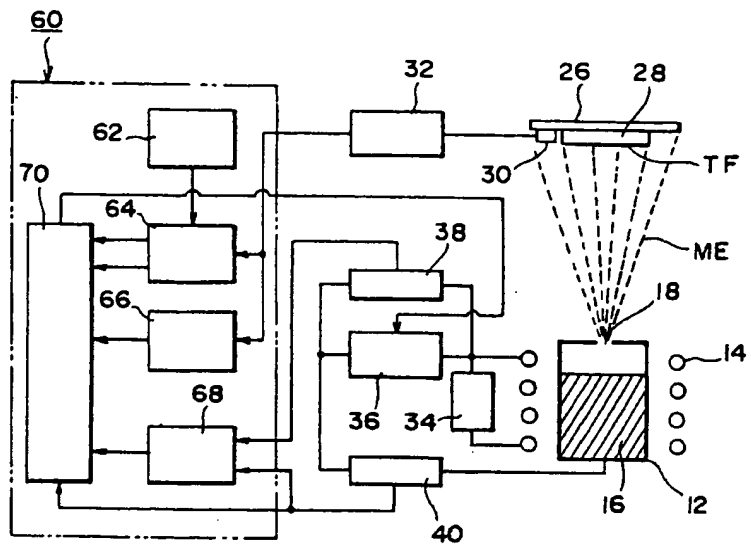
なお、図中、同一符号は同一又は相当部分を示すものとする。

代理人 弁理士 佐藤正年

第 4 図

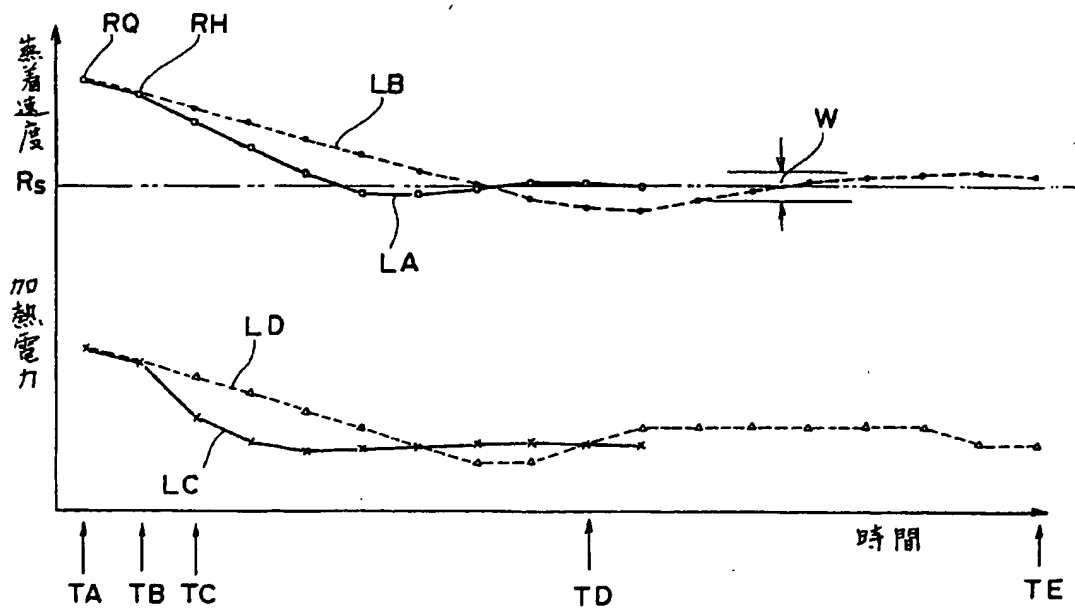


第 1 図

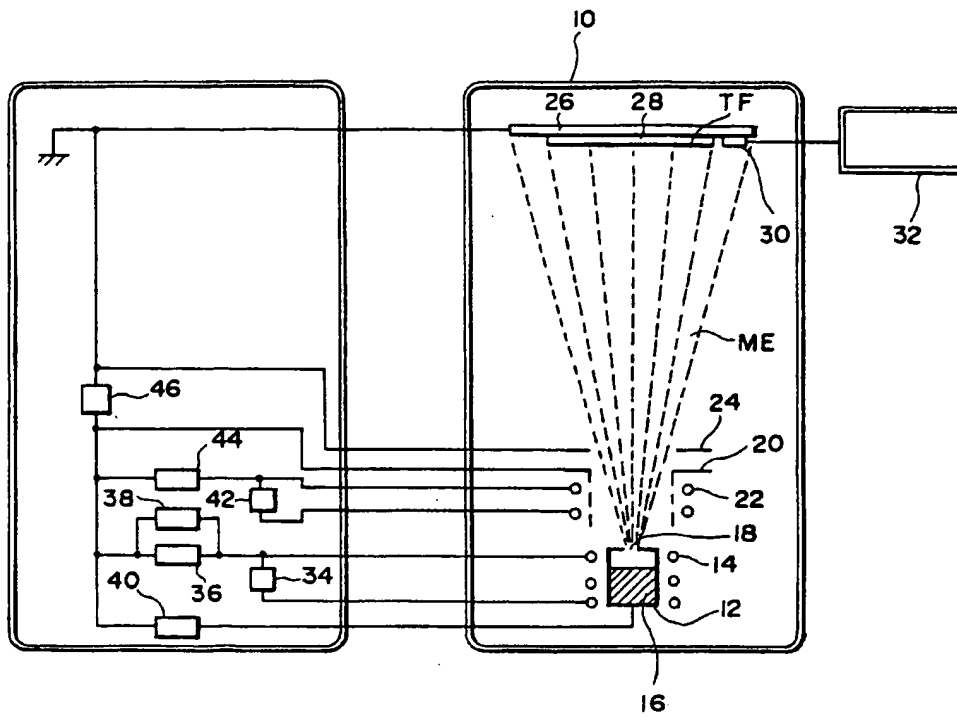


62:速度設定回路  
64:速度差検出回路  
66:速度変化検出回路  
68:電力演算回路  
70:演算回路

第 2 図



第 3 図



BEST AVAILABLE COPY